

кинетики в статической системе: сначала скорость увеличивается, проходит максимум и плавно спадает во времени.

При воздействии излучением KгCl эксилампы скорость распада 8-МОП максимальна при концентрации H₂O₂ 1,44x10⁻⁴ М, а затем зафиксировано уменьшение скорости реакции. Видно, что длина волны облучения изменяет скорость распада и кинетику реакции разложения 8-МОП.

В данной работе проведено исследование эффективности фоторазложения 8-МОП в присутствии H₂O₂. Экспериментальные данные показали, что при воздействии излучением ХеВг (λ_{изл}=283нм) эксилампы в присутствии H₂O₂ формируется первичный фотопродукт трансформации 8-МОП в реакции, соответствующей кинетической модели на основе первого порядка кинетики. Максимальное удаление 8-МОП происходит при соотношении начальных концентраций [8-МОП]:[H₂O₂]=1:3 после 60 мин облучения. При воздействии излучением KгCl (λ_{изл}=222нм) эксилампы механизм распада 8-МОП соответствует кинетической модели на основе псевдо первого порядка кинетики за счет появления в системе фотопродукта, который за время облучения распадается на вторичные соединения. Тем не менее, удаление 8-МОП происходит при соотношении начальных концентраций [8-МОП]:[H₂O₂]=1:10 после 60 мин облучения.

Численные оценки влияния многократного рассеяния и ветрового волнения на формирование сигнала лазерного батиметра

Креков Михаил Георгиевич

Лисенко Андрей Александрович, Шаманаев Виталий Сергеевич

Бабченко Светлана Владимировна

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Лисенко Андрей Александрович

mikhailkrekov@gmail.com

Как результат решения методом Монте-Карло нестационарного уравнения переноса получены оценки эхосигналов для лазерного лоатора, размещённого на борту летательного аппарата и предназначенного для зондирования системы «атмосфера – океан». Оценки выполнены для различных типов морских вод с учетом влияния границы раздела «вода-воздух», вклада многократного рассеяния лазерного излучения морской водой и отражения сигнала от морского дна в зависимости от глубины и степени поверхностного микроволнения моря. Решение нестационарного уравнения переноса [1] с учетом модели отражения сигнала от взволнованной поверхности выполнено для граничных условий, соответствующих моностатическому лазерному лоатору с длиной волны $\lambda = 0,53$ мкм. Моделирование влияния взволнованной границы раздела «воздух–вода» на составляющую сигнала, отраженного морской поверхностью, было выполнено на основе фасеточной модели [2,3], рассматривающей поверхность как набор случайно ориентированных микроплощадок воды с центрами в одной горизонтальной плоскости. В численном эксперименте нами были использованы индикатрисы рассеяния $\beta(\varphi)$ и оптические коэффициенты взаимодействия (a , b , c), полученные Петцольдом для пятнадцати типов морской воды (P01–P15) [4,5] по измерениям, проведенным в районе южного побережья штата Калифорния (США, Сан Диего) и вблизи Багамских островов. Полагалось, что источник с расходимостью $\varphi_s = 1$ мрад излучает гауссов импульс произвольной длительности; эхосигнал регистрируется фотоприемником с набором углов поля зрения $\varphi_d = 1–15$ мрад. Лидар удален от поверхности воды на высоту $H_0 = 200$ м. Слой атмосферы, находившийся между приемником и водной поверхностью, не учитывался. Скорость ветра задавалась в интервале 0,1 – 25 м/с. Отражение от дна, находящегося на глубине 50 м от поверхности воды происходит по закону Ламберта с показателем отражения 0.1 (серое дно). Расчёты были проведены для единичных параметров лидарной системы.

На рис. 1 приведены результаты сравнения эхосигналов для трех углов приема $\varphi_{d1} = 5$ мрад (кривая 1), $\varphi_{d2} = 10$ мрад (кривая 2), и $\varphi_{d3} = 15$ мрад (кривая 3). Показатель ослабления морской воды соответствует случаю P15 по классификации Петцольда ($a = 0,085$ м⁻¹, $b = 0,008$ м⁻¹, $c = 0,093$ м⁻¹, $w = 0,086$), т.е., вода весьма прозрачная, примерно соответствует воде типа Кораллового моря (Австралия). Длительность лазерного импульса 20 нс. Скорость ветра 1 м/с. Для такой «простой» ситуации общий динамический диапазон уменьшения сигнала составляет 8 порядков величины для минимального поля зрения (5 мрад), 7,5 порядков для 10 мрад, и 7 порядков для 15 мрад. Здесь сказывается возрастание доли многократного рассеяния в сигнале. Первоначальный всплеск интенсивности до глубины нескольких метров вызван зеркальным френелевским отражением от поверхности и по длительности равен длительности зондирующего лазерного импульса – 20 нс. Динамический диапазон оценивался от самой поверхности воды до слоя воды, непосредственно примыкавшего ко дну. Максимум сигнала от дна превосходит сигнал от предшествующих слоев воды на 1–1,5 порядка. На рис. 2 приведены результаты расчета эхосигналов для морских вод типа P04 по классификации Петцольда. Скорость

ветра 1 м/с. Коэффициент отражения дна также 0,1. Кривая 1 здесь соответствует суммарному сигналу, включающему рассеянный и отраженный от поверхности моря. Кривая 2 – суммарный сигнал многократного рассеяния, кривая 3 – сигнал первой кратности рассеяния, кривая 4 – сигнал второй кратности рассеяния, кривая 5 – сигнал третьей кратности рассеяния, кривая 6 – сигнал четвертой кратности рассеяния, кривая 7 – суммарный сигнал для кратности рассеяния выше четвертой.

Результаты расчетов показали, что лидарная глубина обнаружения дна 50 метров достижима вплоть до оптической толщи воды 3,5–4 (оптические типы вод P02, P03, P09, P14, P15 по классификации Петцольда). При зондировании морского дна до предельной глубины 50 метров в условиях очень прозрачной воды и при наличии френелевского отражения от её поверхности динамический диапазон сигнала от воды достигает 7–9 порядков величины. Измерение глубины моря до предельной глубины 50 м для оптических типов морских вод P04, P05, P06, P07, P08, P10, P12 и P013 при данных условиях невозможно. Хотя это не означает невозможности измерения глубины моря для более мягких по предельной глубине, альбедо дна (более светлое) и индикатрисах рассеяния морской воды условиях измерений.

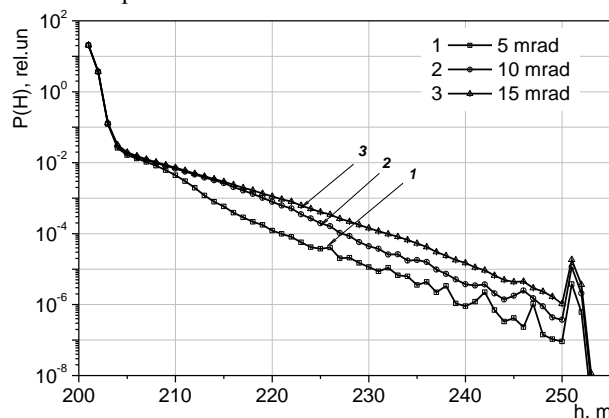


рис.1. Зависимость эхосигнала лидара от расстояния для углов поля зрения приемника $\phi_d = 5$ мрад (кривая 1), 10 мрад (кривая 2), и 15 мрад (кривая 3). Морская вода типа P15

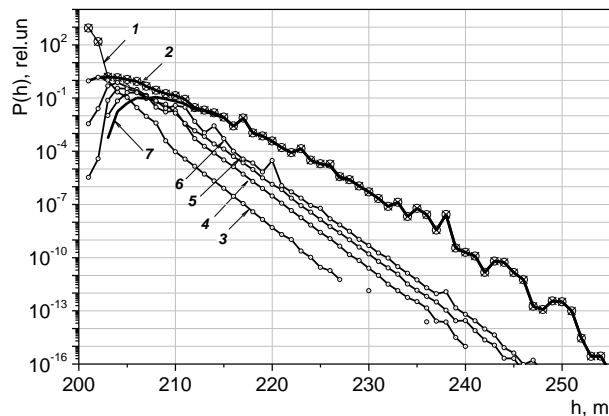


рис.2. Морская вода типа P04 при $a = 0,195 \text{ м}^{-1}$, $b = 0,276 \text{ м}^{-1}$, $c = 0,47 \text{ м}^{-1}$, $w = 0,585$. Угол приема $\phi_d = 15$ мрад

Список публикаций:

- [1] Шаманаев В.С., Лисенко А.А., Креков М.Г. // Известия ВУЗов. Физика. 2016. Т. 124. № 12. С.51–56.
- [2] Cox G., Munk W. // JOSA. 1954. V. 44. № 5. P. 833–850.
- [3] Мулламаа Ю.А. // Изв. АН СССР. Сер. ФАО. 1968. Т. 4. № 7. С. 770–775.
- [4] Petzold T. J. // SIO Ref. 72–78, Institute of Oceanography, Visibility Laboratory, San Diego, 1972. 79 p.
- [5] Haltrin V. I. // Proc. SPIE. 2014. V. 5544. Doi: 10.1117/12.558313